

Molaren-Abbau bei der Hausmaus (*Mus musculus* L.)

Von W. Herold und K. Zimmermann

(Aus der Säugetier-Abteilung des Zoologischen Museums der Humboldt-Universität zu Berlin)

Nur wenige rezente Säugetiere haben im Gebiß die Zahnzahl primitiver Ausgangsformen beibehalten oder gar vermehrt, bei den meisten ist die ursprüngliche Anzahl von 44 Zähnen vermindert.

Für die gesamte Ordnung der Nagetiere (Rodentia), einschließlich aller bekannt gewordenen fossilen Formen, ist folgende Reduktion charakteristisch: Geblieben sind nur je ein Paar Incisiven im Ober- und Unterkiefer, höchstens zwei Paare Praemolaren im Oberkiefer und ein Paar im Unterkiefer sowie höchstens je drei Paare Molaren im Ober- und Unterkiefer. In der Unterordnung der Myodonta Schaub haben nur die Dipodoidea (Springmäuse) noch ein Paar Praemolaren im Oberkiefer, die große Gruppe der Muroidea (Mäuse) hat keinen Praemolaren mehr, ihr Gebiß besteht also nur aus je einem Paar Incisiven und je drei Paaren Molaren im Ober- und Unterkiefer. In einer ihrer Unterfamilien, bei den australasiatischen Hydromyinae, ist es darüber hinaus noch zu weitergehender Reduktion gekommen: die dritten Molaren im Ober- und Unterkiefer sind winzig oder fehlen, im Extremfalle von *Mayermys* sind auch die zweiten Molaren verschwunden. Das Gebiß von *Mayermys* besteht nur noch aus acht Zähnen.

Die Zahnformel der Hausmaus ist $1\ 0\ 0\ 3$, es sind also oben und unten

$$\frac{1\ 0\ 0\ 3}{1\ 0\ 0\ 3}$$

unten je drei Molaren vorhanden; sowohl im Oberkiefer wie im Unterkiefer ist die relativ geringe Größe des dritten Molaren kennzeichnend. Ellermann (1941) sagt „M³ strongly reduced, often almost to vanishing-point“ (Abb. 1). Diese Größen-Reduktion der dritten Molaren ist bei der Hausmaus keine Neu-

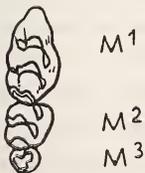


Abb. 1: Rechte obere Zahnreihe der Hausmaus.

erwerbung, P e i (1936) bezeichnet schon für Hausmäuse aus dem Altpleistocän von Choukoutien den unteren dritten Molaren als „strongly reduced“.

Daß Größenreduktion eines Zahnes und sein häufiges Fehlen — nicht durch Verlust des entwickelten Zahnes, sondern durch Unterdrückung seiner Anlage — miteinander in Verbindung stehen, gilt wohl für alle Säugetiere, sowohl für Wildsäuger wie für Haustiere. Entsprechende Befunde für Fledermäuse verdanken wir K. B a u e r (in litteris), für Wild- und Hauskaninchen gab sie N a c h t s h e i m (1958), für Wild- und Farmföchse D ö c k e (1959). G r ü n e b e r g (1951) untersuchte den Zusammenhang zwischen Größe und Fehlen des dritten unteren Molaren in einem Hausmaus-Zuchtstamm.

Für Wildpopulationen der Hausmaus lagen bisher nur wenige Angaben über das Fehlen des dritten oberen Molaren vor (Z i m m e r m a n n, 1949). H a r l a n d (1958) fand in einem kleinen Material von Hausmäusen aus Dörfern in den Hoch-Anden in allen drei untersuchten Populationen das Fehlen des dritten oberen Molaren.

Neue eigene Funde, besonders die Kontrolle einer Wildpopulation mit fehlendem M³ über einen Zeitraum von neun Jahren, gaben Veranlassung zu vorliegender Arbeit.

Unser Material umfaßt die Zahnreihen von etwa 3600 wildlebenden Hausmäusen; durch H e r o l d wurden Schädel aus Eulengewöllen untersucht, durch Z i m m e r m a n n die Hausmäuse der Museen Berlin, Münster, Wien und Budapest sowie eigene Aufsammlungen. Für die Hausmäuse aus dem Dorfe Teurow bei Halbe (Lausitz) danken wir dem stud. agr. K. M a s u r.

Von einer Aufgliederung des Materials nach allen Fundorten wurde zur Vermeidung von Weitläufigkeit abgesehen.

Tabelle 1 zeigt die Aufteilung in zwei Gruppen: Gruppe I umfaßt die hellbäuchigen Unterarten *musculus*, *spicilegus* und *praetextus*, Gruppe II die graubäuchige Unterart *domesticus* und Mischformen *domesticus/musculus*. Oekologisch sind beide Gruppen bekanntlich durch verschiedene Ausprägung des Kommensalismus gekennzeichnet: *domesticus* lebt das ganze Jahr über in menschlichen Gebäuden, die hellbäuchigen Unterarten leben im Sommer auf Feldern, wobei in beiden Gruppen Ausnahmen vorkommen. Die Grenze zwischen den Unterarten *domesticus* im Westen und *musculus* im Osten verläuft (ebenso wie die Unterarten-Grenze zwischen Raben- und Nebelkrähe!) etwa längs der Elbe (Z i m m e r m a n n, 1949), aber im Grenzgebiet östlich der Elbe bildet Berlin ein *domesticus*-Zentrum, das mit einem Radius von etwa 50 km auf die Umgebung ausstrahlt. Fürstenwalde, etwa 50 km östlich von Berlin, ist auch in der Innenstadt nur von *musculus* besiedelt. Aus dem Grenzgebiet *domesticus/musculus* kamen relativ häufig Mischpopulationen zur Beobachtung. Unser Material enthält Mischpopulationen aus der Umgebung von Flensburg in Holstein, von Schwerin in Mecklenburg, von Eberswalde, aus Berlin und aus dem Dorfe Teurow bei Halbe in Brandenburg. Solche Mischpopulationen sind immer leicht kenntlich an folgen-

Tabelle 1: Fehlen des dritten oberen Molaren in Wildpopulation der Hausmaus.

Gruppe	<i>Mus musculus</i> Unterarten	Herkunft	n	Popula- tionen mit Fehlen von m ³	Tiere mit Fehlen von m ³
I	<i>musculus</i> L.	Deutschland östlich der Elbe Tschecho-Slowakei Polen, Europ. Gebiet der Sowjet-Union Österreich	1573	1	1
	<i>spicilegus</i> P e t.	Ungarn Balkan			
	<i>praetextus</i> B r a n t s	Nordafrika Vorderasien			
II	<i>domesticus</i> R u t t y und Mischpopulationen <i>domesticus/musculus</i>	Deutschland westlich der Elbe und ostelbisches Grenzgebiet <i>domesticus/musculus</i>	2071	19	63

der Kombination dominanter Merkmale von beiden Unterarten: helle Bauchfärbung von *musculus* und größere Körper-Schwanz- und Hinterfuß-Maße von *domesticus*. Das Eindringen von *domesticus* in Gebiete anderer Unterarten verläuft also in Deutschland anders als auf dem Balkan. In Bulgarien fand H e i n r i c h (1936) keine Mischpopulationen, sondern innerhalb der Dörfer reine *domesticus*- und auf den Feldern reine *spicilegus*-Bestände. Die starke oekologische Differenzierung zwischen *domesticus* und *spicilegus* verhindert Kontakte, wie sie bei der schwächeren oekologischen Verschiedenheit zwischen *domesticus* und *musculus* gegeben sind.

Unter 1573 Tieren der Gruppe I fand sich ein Fehlen von dritten oberen Molaren nur einmal bei einem *M. m. spicilegus* von Szerep, Komitat Bihar in Ungarn, dagegen 63mal unter 2071 Tieren der *domesticus*-Gruppe. Der Unterschied ist auffallend; bei gleichmäßiger Verteilung des Fehlens von M³ auf alle Unterarten der Hausmaus hätte es in Gruppe I statt 1mal etwa 48mal auftreten müssen, beziehungsweise in Gruppe II statt 63mal nur 1—2mal. Unser Material bestätigt somit weitgehend eine der von E. und H. K. S c h w a r z (1943) gegebenen Kennzeichnungen für kommensal lebende Hausmaus-Unterarten: „... the skull of the commensal shows the well known changes characteristic of captive and of domestic mammals, i.e. a reduction in bulk of the face, and of the size of the molar teeth; in certain highly advanced types there is a tendency to have the molar series shortened by the suppression of the last molars.“ Als „in hohem Maße fortschrittlicher Typ“ ist nur *M. m. domesticus* anzusehen, bei den gleichfalls, aber in gerin-

gerer Ausprägung, kommensal lebenden Unterarten *musculus* und *spicilegus* fehlt die Tendenz zur Nichtausbildung der dritten Molaren. Ein weiteres Merkmal mit entsprechender Begrenzung auf die Unterart *domesticus* ist die rezessive Bauchscheckung. Unter etwa 2000 durchgesehenen *musculus* fand sich kein Tier mit pigmentlosen Flecken auf der Unterseite, bei *domesticus* aus Deutschland dagegen enthielt fast jede Population Tiere mit Bauchscheckung (in Berlin-Buch unter 452 Tieren 228 gescheckte!).

Tabelle 2: *domesticus*-Populationen mit Fehlen des dritten oberen Molaren.

	Herkunft	untersuchte Tiere	
		normal	mit Fehlen von m ³
1	Harkenbleck bei Hannover	33	2
2	Wahle bei Braunschweig	11	1
3	bei Kissingen	53	1
4	Grambow bei Schwerin *	26	2
5	Oranienburg bei Berlin	4	1
6	Chorin bei Eberswalde *	1	1
7	Berlin-Buch	450	2
8	Berlin *	145	5
9	Potsdam-Rehbrücke	38	2
10	Liehmena bei Leipzig	78	3
11	Taucha bei Leipzig	79	3
12	Seifertshain bei Leipzig	146	3
13	Störmthal bei Leipzig	37	3
14	Börlen östlich Leipzig	20	1
15	Groß-Böhla bei Leipzig	17	1
16	Limbach südlich Leipzig	56	1
17	Maxen bei Pirna	27	1
18	Lödla bei Altenburg, Thüringen	28	2
19	Teurow bei Halbe, Lausitz *	132	28
		1381	63

* = Mischpopulationen *domesticus/musculus*.

Tabelle 2 enthält eine Aufzählung aller uns bekannt gewordenen *domesticus*-Populationen *) mit Fehlen des dritten, oberen Molaren: die Nummern 1—3 und 10—18 betreffen durch Herold durchgesehene Schädel aus Eulengewöllern. Die Häufung der Funde in Brandenburg und Sachsen bringt nur die zufällige Herkunft unseres Materials zum Ausdruck.

Aus dem Dorfe Teurow bei Halbe (etwa 50 km süd-südöstlich von Berlin) erhielten wir von 1951 bis 1959 148 Hausmäuse, die alle in ein- und derselben Scheune gefangen wurden, Anscheinend leben diese Hausmäuse das ganze Jahr über in den Dorfscheunen.

*) Der Ausdruck „Population“ hat in dieser Arbeit nur eine pars pro toto-Bedeutung. In Wirklichkeit kamen ja in keinem Falle ganze Populationen zur Untersuchung, sondern nur deren zufällig erbeutete Bruchteile.

Tabelle 3: Mischpopulation Teurow.

Jahr	n	Färbung		Bauch- scheckung	Tiere, bei denen dritte Molaren fehlen oder winzig sind			
		A W	A		oben		unten	
					fehlend	winzig	fehlend	winzig
1951	11	9	2	0	7	0	0	0
1952	6	4	2	1	3	1	0	2
1957	35	34	1	8	6	10	0	5
1958	79	79	0	4	12	14	3	6
1959	17	15	2	0	0	4	0	0

Tabelle 3 zeigt einige Besonderheiten dieser Population. Als Mischpopulation ist sie gekennzeichnet durch das Vorhandensein beider Färbungen; das dominante Allel Agouti White von *musculus* ist bei 141 Tieren vertreten, das rezessive agouti von *domesticus* nur bei 7. 13 Tiere zeigen das *domesticus*-Merkmal der rezessiven Bauchscheckung. Die mittlere relative Schwanzlänge von 103% entspricht etwa der von *domesticus*. Die letzten Spalten geben die Zahl der Tiere an, bei denen die dritten Molaren im Ober- oder Unterkiefer fehlen oder nur als winzige Stifte ausgebildet sind. 18mal fehlen die oberen dritten Molaren beiderseitig, 4mal nur links und 6mal nur rechts. In einem Falle fehlt der rechte obere und beide untere dritte Molaren, in zwei Fällen fehlt nur der rechte untere Molar.

Eine genetische Analyse des Merkmals „Fehlen des dritten oberen Molaren“ für eine Wildpopulation liegt nicht vor, auffallenderweise ist der gleiche Defekt auch bei keinem Laborstamm der Hausmaus beobachtet worden. Aber Grünberg (1951) berichtet über einen Zuchtstamm, in dem sich das Fehlen der dritten unteren Molaren in ganz ähnlicher Weise manifestierte wie das Fehlen der dritten oberen in der Teurower Wildpopulation. Im Grünberg'schen Zuchtstamm erwies sich bei Kreuzung mit Normal in der F₁ das Fehlen der dritten Molaren als rezessiv. Weder in der F₂ von 402 Tieren noch in Rückkreuzungen von 460 Tieren mit dem Defekt-Stamm traten die Tiere mit Fehlen von M₃ auf. Zum Verständnis dieses anfangs rätselhaften Verschwindens eines Merkmals führten Größen-Messungen der Molaren in beiden Zuchtstämmen: Die Wirkung der zugrundeliegenden Gene erstreckt sich nicht auf die Alternative 3. Molar fehlt oder 3. Molar vorhanden, sondern auf die Größe des Zahnes; alle Tiere des Defektstammes haben kleinere dritte Molaren als Tiere des Normalstammes, fehlende Zähne sind die extremen Minusvarianten. Auch in der Teurower Population sind die dritten oberen Molaren im Mittel kleiner als bei normalen *domesticus* (siehe Tab. 4).

Ebenso wie im Zuchtstamm Grünbergs das Fehlen der dritten Molaren gelegentlich vom Unterkiefer auf den Oberkiefer übergreift (es fehlen 172 untere und 24 obere), tritt das Umgekehrte bei den Teurower Hausmäusen auf: 46 fehlen im Oberkiefer und 4 im Unterkiefer.

Die Verkleinerung der Zahnkronen ist im Zuchtstamm wie in der Teurower Population von einer Reduzierung der Zahnwurzeln begleitet: Die normalerweise

Tabelle 4: Länge (in mm) des 3. oberen Molaren in zwei Hausmaus-Populationen.

Herkunft	n	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	m
Berlin-Buch	100	—	—	9	36	45	10	0,65
Teurow	83	3	12	40	19	6	3	0,55

Länge (in mm) der oberen Molarenreihe in zwei Hausmaus-Populationen.

Herkunft	n	2,9	3,0	3,1	3,2	3,3	3,4	3,5	3,6	3,7	3,8	3,9	4,0	4,1	m
Berlin-Buch	100	—	—	—	—	3	1	11	17	23	12	8	22	3	3,75
Teurow	83	1	8	1	13	16	8	25	5	2	2	—	2	—	3,37

getrennt liegenden Wurzeln sind häufig aneinander gedrängt, und es kommt zu Verschmelzungen. H e r o l d fand bei einem Vergleich der Zahnwurzeln der Teurower Hausmäuse mit solchen aus Mitteldeutschland die in Tabelle 5 gezeigten Prozentsätze.

Tabelle 5: Wurzelzahlen der dritten oberen Molaren in Prozenten.

Herkunft	n	3 Wurzeln	2 Wurzeln	1 Wurzel
Sachsen, Thüringen, Anhalt	451	76,0	23,1	0,9
Teurow	148	62,6	30,1	7,3

Zum Schluß sei die Kausalität der Begrenzung des Molaren-Abbaus auf die Unterart *domesticus* betrachtet. E. und H. K. S c h w a r z (1943) sehen den Molarenschwund bei *domesticus* als eine Folge der Verkürzung des Gesichtsschädels an, als eine „Domestikationserscheinung“, wie sie von vielen Haustieren bekannt sei. Wenn das richtig wäre, sollte eine Häufung des Molarenschwundes in Laborstämmen der Hausmaus auftreten, da hier „Domestikationserscheinungen“ in höherem Maße zu erwarten wären als bei wildlebenden *domesticus*. Wir haben außerdem die relative Länge des Gesichtsschädels bei *musculus* und *domesticus* aus Deutschland verglichen: Die Strecke Vorderrand des Praemaxillare bis zum Hinterrand des knöchernen Gaumens beträgt in Prozenten der condylobasalen Schädellänge bei 100 *musculus* im Mittel 5,23%, bei 100 *domesticus* im Mittel 5,25%. Es liegt somit gar keine Verkürzung des Gesichtsschädels bei *domesticus* gegenüber *musculus* vor. U r s i n (1956) hat unter zehn dänischen und lettischen Populationen der Waldmaus (*Apodemus sylvaticus*) drei mit ungewöhnlich niedriger Zahnreihenlänge ge-

funden, eine Verkürzung des Gesichtsschädels wird für diese drei Populationen nicht erwähnt. Auch Grüneberg (1951) verzeichnet für seinen Stamm mit Fehlen des dritten unteren Molaren keine Verkürzung des Unterkiefers.

In der Einleitung wurde der Abbau der dritten und zweiten Molaren bei *Hydromys* erwähnt; alle Vertreter dieser Gattung leben im tropischen Regenwald, einige sind zu amphibischer Lebensweise übergegangen bei gleichzeitiger Umstellung auf carnivore Ernährung (Fische, Mollusken). Bei den Hydromyinae ist ein Zusammenhang Molaren-Abbau/Lebensweise offensichtlich. Einen ähnlichen Zusammenhang könnte man für die Begrenzung des Molaren-Abbaus auf die am extremsten kommensale Unterart der Hausmaus vermuten: Molaren-Verkleinerung und damit Tendenz zum Molaren-Abbau könnte bei den freilebenden Unterarten der Hausmaus negativen Selektionswert haben. Das Erhaltenbleiben der betreffenden Erbanlagen in der Teurower Population über neun Jahre hin spricht zumindestens gegen einen ausgeprägt negativen Selektionswert bei den in Gebäuden lebenden Hausmäusen. Es sei aber nochmals an die relativ geringe Größe der dritten Molaren im normalen Gebiß der Murinae erinnert (Abb. 1), die sicherlich die geringe Bedeutung der Funktion dieser Zähne zum Ausdruck bringt. Während bei anderen Nagern, die sich im wesentlichen von cellulosereichen Pflanzenteilen ernähren, wie etwa die Wühlmäuse, den Molaren im Kau-Vorgang entscheidende Bedeutung zukommt, ist bei den Murinae die Kaufunktion der Molaren überhaupt gering. Das Zerkleinern der Nahrung wird fast ausschließlich von den Nagezähnen besorgt, was jede Fraßspur — etwa die einer Waldmaus an Eicheln — beweist. Die auffallend starke Abnutzung der Molaren bei freilebenden Langschwanzmäusen kommt nicht durch Zerkauen von Nahrungsbrocken zustande, sondern durch Einwirkung der beim Graben in den Mund geratenden Quarzkörnchen. Bei gleicher Nahrung, wie sie im Freien aufgenommen wird, zeigen im Käfig ohne Erde gehaltene Tiere auch in hohem Alter fast keine Molarenabnutzung.

Bei der Tendenz zum Abbau der dritten Molaren bei *Mus m. domesticus* müssen also keine kausalen Beziehungen zu biologischen Besonderheiten dieser Unterart vorliegen, es kann sich um den Anfang der gleichen Entwicklung handeln, wie sie in weiter fortgeschrittenem Stadium etwa bei der Alpenfledermaus (*Pipistrellus savii*) vorliegt: der winzige, erste Praemolar ist bei Alpenfledermäusen in Mitteleuropa normalerweise vorhanden, in Ostasien nur zu 50%, im Kaukasus und in Turkestan fehlt er fast immer. Ein Selektionswert der verschiedenen Stadien des Abbaus für die verschiedenen Unterarten erscheint unglaubhaft.

Zusammenfassung

Eine Durchsicht von 3644 Hausmaus-Schädeln vorwiegend deutscher und osteuropäischer Herkunft auf das Fehlen der dritten oberen Molaren hin bestätigten von E. und H. K. Schwarz (1943) gegebenen Befund, daß dieser Defekt nur bei der commensalen Unterart *M. m. domesticus* gehäuft auftritt. Unter 1573 Tieren der Unterarten *musculus*, *spicilegus* und *praetextus* fand sich nur ein Tier

ohne dritte obere Molaren, dagegen 63 unter 2071 Tieren der Unterart *domesticus* (oder der Kreuzung *domesticus* × *musculus*).

In einer Mischpopulation *domesticus* | *musculus* aus dem brandenburgischen Dorfe Teurow bei Halbe wurden Tiere mit fehlenden oder extrem reduzierten dritten Molaren über einen Zeitraum von neun Jahren hin beobachtet. Ebenso wie in einem Grüneberg'schen Zuchtstamm mit Fehlen der dritten unteren Molaren die erhaltenen dritten unteren Molaren kleiner als in normalen Stämmen sind, ist in der Teurower Wildpopulation die mittlere Größe der dritten oberen Molaren geringer als in normalen Populationen.

Zur Kausalität der Begrenzung des Merkmals „fehlende M³“ auf die Unterart *M. m. domesticus* versagt die von E. und H. K. Schwarz gegebene Deutung als Folge einer Reduktion des Gesichtsschädels, da ein Unterschied in der relativen Länge des Gesichtsschädels zwischen *domesticus* und *musculus* nicht vorhanden ist.

Zur Diskussion gestellt wird die Frage, ob bei dem Molaren-Abbau der Unterart *M. m. domesticus* Beziehungen zur Lebensweise vorliegen wie bei dem viel extremeren Molaren-Schwund der Gattung *Hydromys*, oder ob es sich wie bei dem Verlust des ersten Praemolaren bei der Alpenfledermaus um den keiner Selektion unterworfenen Abbau eines funktionslos gewordenen Organs handelt.

Literatur

- Döcke, F. (1959): Zahn- und Gebißanomalien beim Wild- und Farmfuchs. — Archiv f. Tierzucht 2, 2.
- Ellermann, J. R. (1941): The Families and Genera of living Rodents. — London.
- Grüneberg, H. (1951): The genetics of a tooth defect in the mouse. — Proc. Royal Soc. B, 138.
- Harland, P. S. E. G. (1958): Skeletal variation in wild house mice from Peru. — Ann. Mag. Nat. Hist. Ser 13, vol i.
- Heinrich, G. (1936): Über die von mir im Jahre 1935 in Bulgarien gesammelten Säugetiere. — Mitt. Königl. Naturwiss. Inst. Sofia LX.
- Herold, W. (1956/57): Über die Variabilität der Molarenwurzeln des Oberkiefers bei einigen Apodemus-Arten. — Wiss. Zeitschr. Hu. Univ. Berlin, math. nat. Reihe 6.
- Nachtsheim, H. (1958): Erbpathologie der Nagetiere. — In: Pathologie der Laboratoriumstiere von P. Cohrs, R. Jaffé und H. Meessen, Berlin-Göttingen-Heidelberg.
- Pei, W. C. (1936): On the mammalian remains from locality 3 at Choukoutien. — Palaeontologica Sinica Vol VII, Fasc. 5, Series C.
- Schwarz, E. u. H. K. Schwarz (1943): The wild and commensal stocks of the house mouse, *Mus musculus* Linnaeus. — Journ. Mamm. 24, 1.
- Ursin, E. (1956): Geographical variation in *Apodemus sylvaticus* and *A. flavicollis* (Rodentia, Muridae) in Europe, with special reference to Danish and Latvian populations. — Biol. Skrifter Kongelige Danske Videnskabernes Selskab 8, 4 Kopenhagen.
- Zimmermann, K. (1949): Zur Kenntnis der mitteleuropäischen Hausmäuse. — Zool. Jahrb. Syst. Oec. Geogr. 78, 3.

Anschriften der Verfasser: Prof. Dr. W. Herold, Parsberg Nr. 187, Oberpfalz; Prof. Dr. K. Zimmermann, Zoologisches Museum, Berlin N 4, Invalidenstraße 43.